Aula 8

ANATOMIA DO CAULE

META

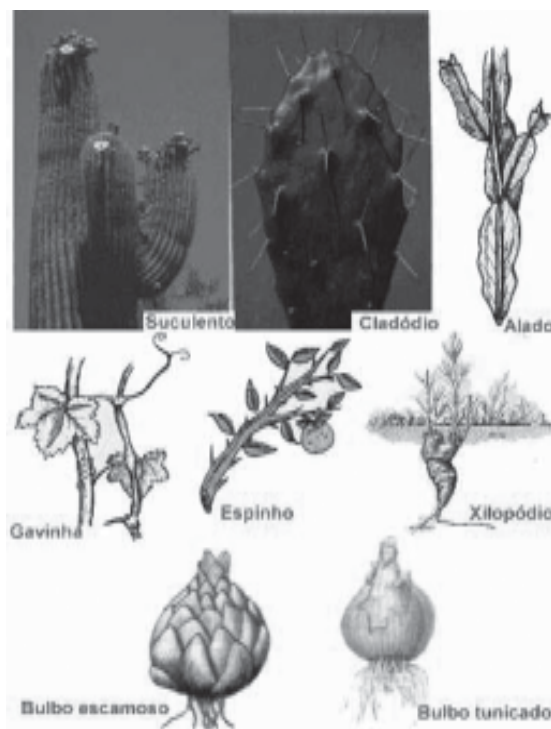
Apresentar a anatomia do caule, incluindo aspectos relacionados a diferenças deste órgão de acordo com o grupo botânico do vegetal.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
conhecer detalhes da estrutura primária dos caules de Gimnospermas e Eudicotiledôneas e dos caules de Monocotiledôneas.

PRÉ-REQUISITOS

Sistema vascular e caule

Anatomia do caule.
(Fonte: http://www.universitario.com.br).

INTRODUÇÃO

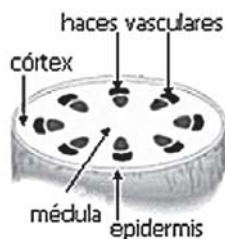
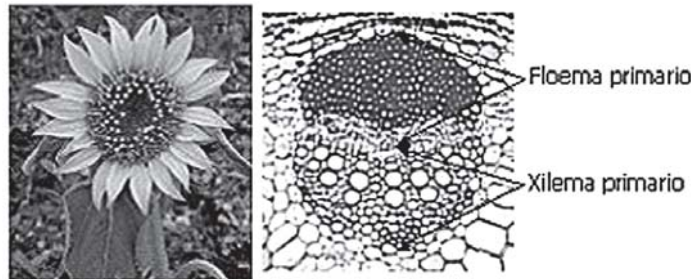
O caule é o órgão da planta que sustenta as folhas e as estruturas de reprodução e estabelece o contato desses órgãos com as raízes. Em corte transversal do caule em lugares onde os tecidos estão diferenciados podem-se reconhecer quatro regiões de fora para dentro: sistema de revestimento, córtex, cilindro vascular e medula. Vimos em aulas anteriores que os caules da maioria das Eudicotiledôneas e de Gimnospermas geralmente crescem em espessura, caracterizando o crescimento secundário proveniente da atuação dos meristemas laterais. A adição de novos tecidos vasculares e o conseqüente aumento de diâmetro criam grandes tensões no interior do órgão, principalmente nos tecidos localizados externamente ao câmbio. Assim, o floema vai se deslocando para fora sendo esmagado e desativado. Além dos tipos de crescimento já citados que são os mais comuns para as plantas, alguns caules como os escandentes (lianas ou cipós) apresentam crescimento secundário que difere do usual. Este crescimento em geral resulta numa grande produção de parênquima, o que garante a flexibilidade necessária ao enrolamento da planta em busca de luminosidade adequada. Além disso, destacamos também o crescimento secundário que pode ocorrer em algumas Monocotiledôneas como as palmeiras e as Agavaceae. Nestas plantas o espessamento do caule não é proveniente da atuação do câmbio vascular sendo portanto considerado como crescimento secundário anômalo por alguns autores. Vamos então conhecer um pouco das variações existentes na anatomia dos caules?

(Fonte: http://img261.imageshack.us).

ESTRUTURA PRIMÁRIA DO CAULE

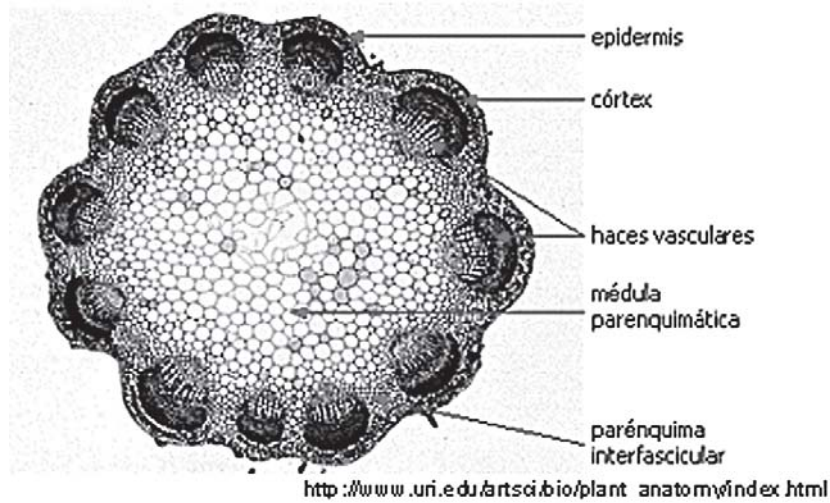
- Feixes Vasculares

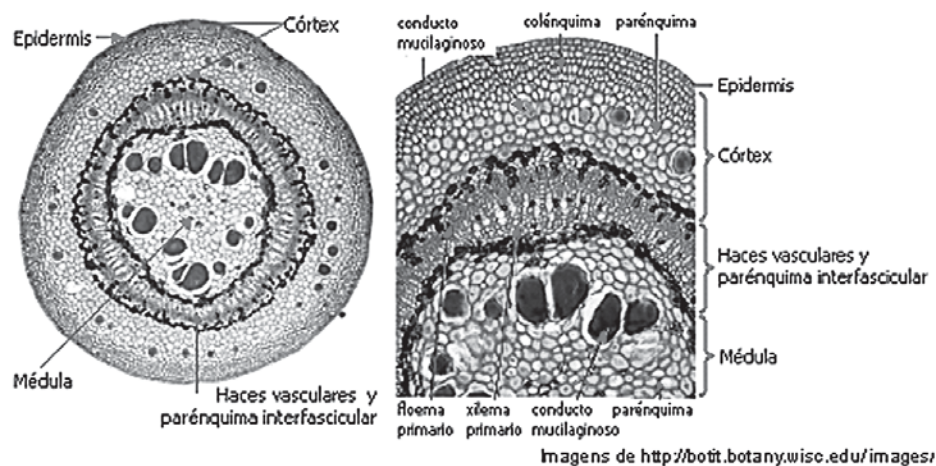
Os tecidos vasculares primários formam-se a partir do procâmbio. No caule das plantas vasculares, o xilema e o floema primários apresentam-se associados formando cordões denominados feixes vasculares.

Corte transversal do caule

Helianthus annuus, girassol: feixe vascular

Tanto o xilema como o floema constam de duas partes que se desenvolvem uma depois da outra: proto e metaxilema, e proto e metafloema. O *protoxilema* é formado por traqueídes anelares ou espiraladas, que eventualmente se alongam e se destroem. O *metaxilema* é mais complexo, podendo ter vasos reticulados e ponteados e fibras. É o único tecido condutor das plantas que não possui crescimento secundário.

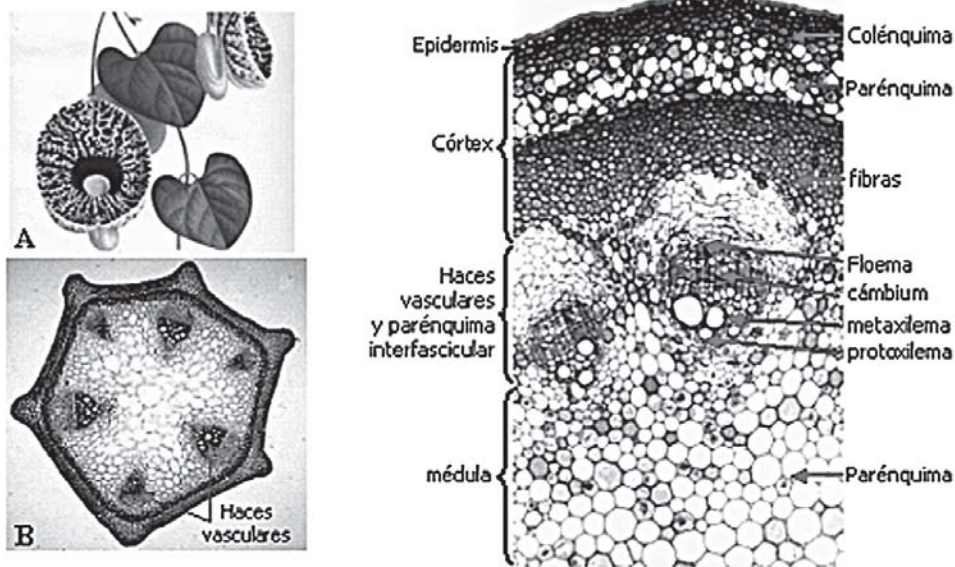
CAULE DE GIMNOSPERMAS E EUDICOTILEDÔNEAS

Em corte transversal do caule de Gimnospermas e Eudicotiledôneas, os feixes vasculares aparecem formando um círculo que delimita uma região externa e uma interna de tecido fundamental: *córtex* e *medula* respectivamente. Os *feixes vasculares* estão separados entre si por camadas de *parênquima interfascicular* (eustelo).

Corte transversal do caule primário de *Trifolium*,
Eudicotiledônea

Os feixes vasculares podem estar muito próximos uns dos outros, como acontece em *Tilia* ou *Pelargonium*, assemelhando-se a um anel contínuo, ou podem estar separados por grandes áreas interfasciculares como acontece em *Aristolochia e* outras espécies trepadoras.

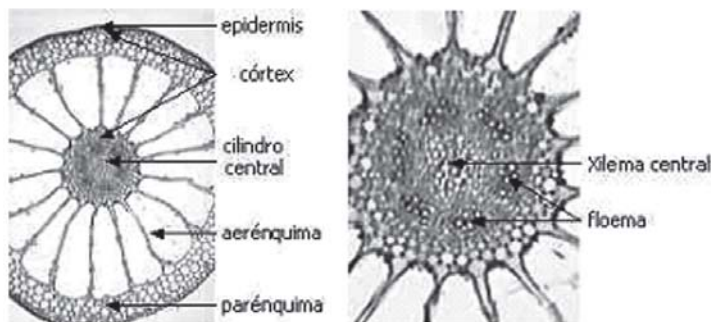
Corte transversal do caule primário de *Tilia*
(Eudicotiledônea): vista geral e detalhe

O córtex inclui os tecidos situados entre a epiderme e o sistema vascular. Geralmente é delgado, exceto nas plantas em roseta de espécies como *Apium, Plantago e Taraxacum* e nas Cycadales. É constituído basicamente por parênquima, no entanto freqüentemente também há tecidos de sustentação (colênquima e esclerênquima nas Eudicotiledôneas) e/ou

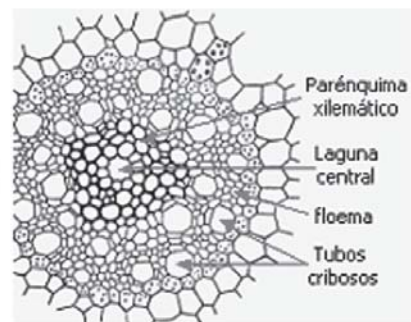
estruturas glandulares como os ductos resiníferos nas Coníferas, e os laticíferos ou ductos mucilaginosos em Eudicotiledôneas.

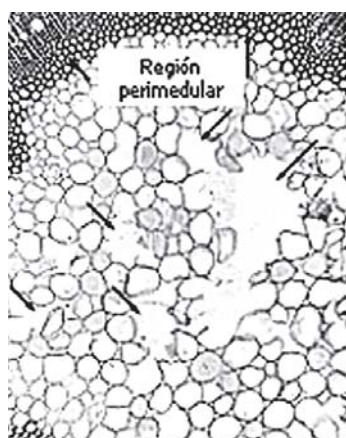
Aristolochia. A: planta. B: Corte transversal do caule primário. C: detalhe do corte

(Fonte: http://www.meemelink.com/ prints%20images/; B:http://www.dipbot.unict.it/tavole).

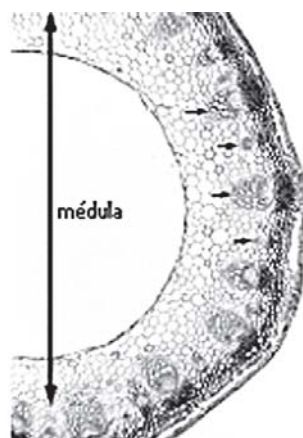
Nos caules de plantas superiores geralmente não se observa *endodermes*, exceto em alguns eixos florais, caules subterrâneos ou aquáticos. Pode haver uma mudança na bainha amilífera. A *epiderme* pode reter a atividade mitótica para compensar o crescimento em espessura do caule, especialmente quando a periderme, o tecido secundário de proteção, se forma tardiamente. Nos caules de hidrófitas submersas, a epiderme carece de estômatos, a cutícula é muito reduzida ou falta, o córtex é amplo, constituído por aerênquima. O cilindro vascular (protostelo) é reduzido, o xilema está constituído por poucos elementos dispersos na parte central (*Myriophyllum aquaticum*), sendo o floema o principal tecido condutor. O xilema pode carecer de elementos traqueais, sendo formado por parênquima xilemático. Em algumas espécies se desenvolvem estruturas glandulares que funcionam como "captadores de íons", tomando da água os minerais necessários.

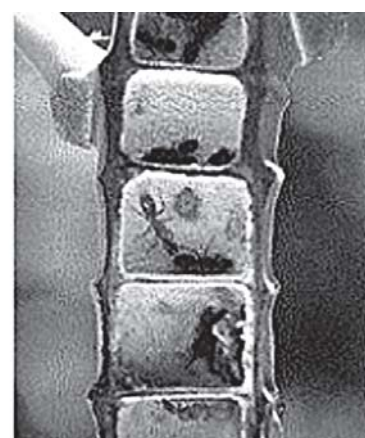
Myriophyllum aquaticum,

Corte transversal do caule Detalhe do cilindro central

Ceratophyllum demersum

Corte transversal do cilindro central

A medula é a porção que fica delimitada pelo sistema vascular. É basicamente parenquimática, podendo às vezes ter função de armazenamento, ou apresentar idioblastos diversos e estruturas glandulares. O contorno da medula (região perimedular) pode se tornar esclerificada. Em algumas espécies a medula se destrói, resultando na formação de um caule oco. As vezes a destruição ocorre apenas nos entrenós, enquanto os nós retém a medula formando os diafragmas nodais como em *Phytolacca americana*. Em *Cecropia*, as câmaras dos entrenós são habitadas por formigas do gênero *Azteca,* que por sua vez protegem a planta contra outros herbívoros.

Hedera helix: medula rasgada em corte transversal

Delphinium ajacis: corte transversal, medula oca

(Fonte: http://www.sbs.utexas.edu/mauseth).

Cecropia: caule, diafragmas nodais e câmaras em corte longitudinal

(Fonte: http://www.sbs.utexas.edu).

CAULE PRIMÁRIO DE MONOCOTILEDÔNEAS

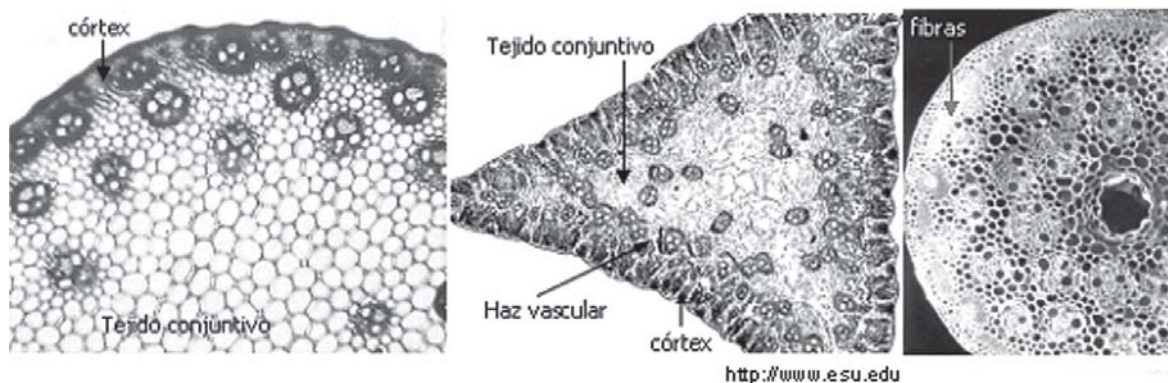
São conhecidos dois tipos básicos:

1. Na maioria das Monocotiledôneas é difícil distinguir um cilindro vascular: o sistema consta de um grande número de feixes repartidos irregularmente, em vários ciclos, desde a periferia quase até o centro do caule. Não é possível distinguir os limites entre córtex, cilindro vascular e medula (atactostelo).

O tecido fundamental, também chamado tecido conjuntivo, pode ser parenquimático ou estar fortemente esclerificado, ou apresentar numerosos cordões de fibras, como nos caules dos bambus (*Bambusa*) e nas palmeiras. O centro pode ser oco.

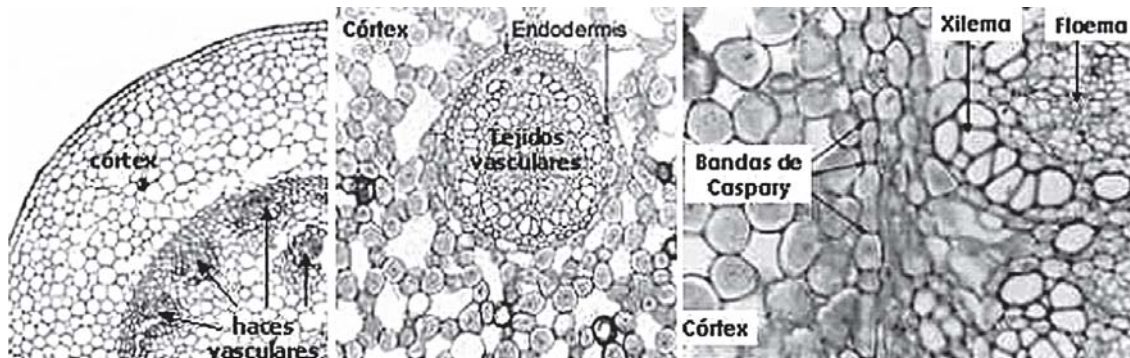
Corte transversal de caule primário de Monocotiledôneas

Setaria geniculata, Gramineae — *Scirpus sp.,* Cyperaceae — Bambusa sp

córtex
Tejido conjuntivo
Tejido conjuntivo
Haz vascular
córtex
fibras
http://www.esu.edu

www.quorumtech.com

O córtex é muito fino em caules aéreos, porém é muito grosso em caules subterrâneos: rizomas (*Iris, Musa*), cormos (*Gladiolus*) e bulbos (*Allium, Tulipa*). Alguns rizomas como o de *Acorus* apresentam endoderme. Excepcionalmente esta organização é encontrada em algumas espécies de Eudicotiledôneas (*Podophyllum*: Berberidaceae).

Corte transversal de rizomas (caules primários) de Monocotiledôneas

*Convallaria majalis*t — *Acorus calamus,* setor do rizoma e detalhe da endoderme

(Fonte: http://www.botanika.biologija.org). Imagem de Mauseth (Fonte: http://www.sbs.utexas.edu).

2. Em muitas gramíneas: *Secale* (centeio), *Hordeum* (cevada), *Oryza* (arroz), *Triticum* (trigo), os feixes se dispõem em dois círculos: o externo com feixes pequenos, incluídos na camada subepidérmica de esclerênquima, e o interno com feixes maiores, incluídos no parênquima. Para diferenciar estes cortes é necessário observar os feixes vasculares: os elementos do metafloema dos feixes de gramíneas são de forma poligonal, e se dispõem em forma simétrica e regular. Além disso, apresentam com freqüência lacuna protoxilemática.

A parte central parenquimática pode ser descrita como medula. Com certa freqüência, é oca. Nas Gramíneas a medula se destrói durante o crescimento só nos entrenós, enquanto os nós a retêm formando os diafragmas nodais.

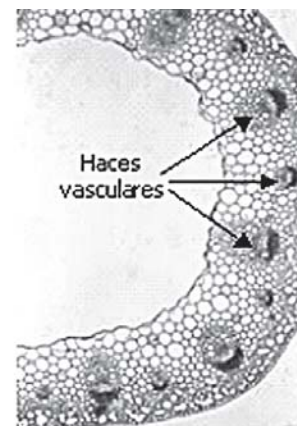
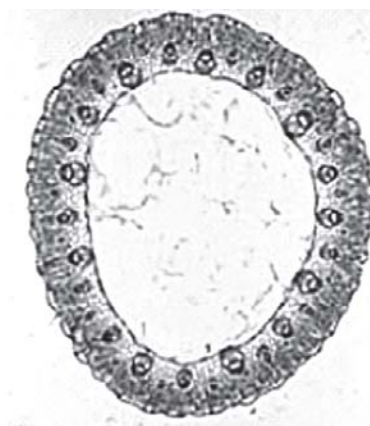
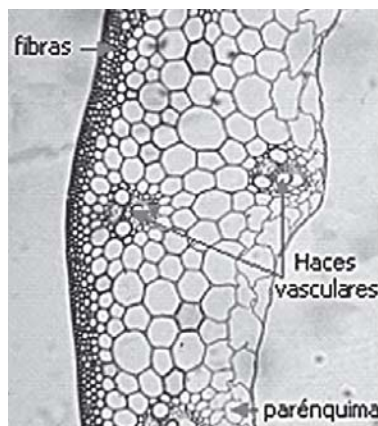
Triticum, trigo (Monocot.), sector de corte transversal de caule oco

(Fonte: http://www.life.uiuc.edu).

Juncus, junco (Monocot.), corte transversal de caule oco

(Fonte: http://www.stolaf.edu/people).

Ranunculus (Eudicotiled.), sector de corte transversal de caule oco

(Fonte: http://lifesciences.asu.edu).

CONCLUSÃO

O xilema secundário, assim como o floema secundário, contribui para o crescimento em espessura do corpo do vegetal, em conseqüência da adição de novas células. Em seu estádio completo desenvolvimento o xilema secundário constitui a madeira ou lenho, que representa importante fonte de matéria prima para a economia brasileira. Cristais, principalmente de oxalato de cálcio podem ser encontrados nas células do parênquima axial, nos raios, nas fibras septadas e mesmo nos tilos. São mais freqüentes em Angiospermas e bastante raros entre as Gimnospermas. Têm valor taxonômico e podem apresentar-se em diversas formas: ráfides, drusas, estilóides, cristais prismáticos. Os fatores ambientais atuam no desempenho fisiológico das árvores como um todo e isso pode afetar o desenvolvimento do xilema secundário. Elas sofrem influência da latitude e altitude sobre a anatomia da madeira. A poluição também pode afetar não só as propriedades quantitativas da madeira como a composição química de seus elementos celulares. A quantidade de floema secundário condutor depende da espécie vegetal e da idade do órgão. Normalmente, esta quantidade é menor que a de xilema secundário, com relação ao espaço ocupado e ao número de células produzidas. Nas Eudicotiledôneas o floema secundário é mais complexo e diversificado que o da Coníferas.

RESUMO

Na aula de hoje vimos que o caule é o órgão da planta que sustenta as folhas e as estruturas de reprodução e estabelece o contato desses órgãos com as raízes. Em corte transversal do caule em lugares onde os tecidos estão diferenciados podem-se reconhecer quatro regiões de fora para dentro: sistema de revestimento, córtex, cilindro vascular e medula. Na estrutura primária do caule Os tecidos vasculares primários formam-se a partir do procâmbio. No caule das plantas vasculares, o xilema e o floema primários apresentam-se associados formando cordões denominados feixes vasculares. No caule de Gimnospermas e Eudicotiledôneas os feixes vasculares aparecem formando um círculo que delimita uma região externa e uma interna de tecido fundamental: córtex e medula respectivamente. Os feixes vasculares estão separados entre si por camadas de parênquima interfascicular (eustelo). Nos caules de plantas superiores geralmente não se observa endodermes, exceto em alguns eixos florais, caules subterrâneos ou aquáticos. Pode haver uma mudança na bainha amilífera. São conhecidos dois tipos básicos de caule primário de Monocotiledôneas: aquele ocorrente na maioria das plantas deste grupo, onde é difícil distinguir um cilindro vascular. Neste tipo o sistema consta de um grande número de feixes repartidos irregularmente, em vários ciclos, desde a periferia quase até o centro do caule. Não é possível distinguir os limites entre córtex, cilindro vascular e medula (atactostelo). O segundo tipo é o que ocorre em muitas Gramineae: *Secale* (centeio), *Hordeum* (cevada), *Oryza* (arroz), *Triticum* (trigo), onde os feixes se dispõem em dois círculos: o externo com feixes pequenos, incluídos na camada subepidérmica de esclerênquima, e o interno com feixes maiores, incluídos no parênquima.

ATIVIDADES

1. Quais os fatores que podem afetar o desenvolvimento do xilema secundário?
2. O que são anéis de crescimento?
3. Cite algumas estruturas secretoras que podem ser encontradas no xilema secundário.
4. Faça um quadro com as diferenças na estrutura do xilema secundário das Gimnospermas e Eudicotiledôneas.

PRÓXIMA AULA

Iremos estudar as folhas.

REFERÊNCIAS

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.

BELL, ADRIAN D. 1991. Plant Form. Oxford University Press.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2007.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.